

законами. Ручне перемикання з автоматичного в ручний режим здійснюється за допомогою кнопок SB1 та SB3. Вмикання схеми здійснюється за допомогою автоматичного вимикача QF1.

Така схема керування дає можливість здійснювати керування обома механізмами не тільки в ручному, або автоматичному режимах, а і поєднувати їх, при необхідності. Це дає можливість не тільки значно підвищити застосування такої схеми для різних підйомних механізмів, але і використовувати їх ресурс більш раціонально та значно зменшити людський вплив на завантажувально-розвантажувальні операції, що зменшить фізичне навантаження на оператора та покращить його фізіологічний стан.

Висновок: застосування такої схеми значно розширює область використання будь-якого вантажопідйомного механізму та дозволяє більш повно використовувати його ресурс за рахунок можливості зменшення ривків та різких навантажень на металоконструкції та приводні механізми. Простота перемикання режимів керування та контролю за поведінкою механізмів не вимагає якихось додаткових навичок та досвіду, що зменшує втомлюваність оператора.

Література:

1. В.Григоров, В.С. Ловеїкін Оптимальне керування рухом механізмів вантажопідйомних машин: Навч. посібник. – К.: ІЗМН, 1997. – 264с.
2. Л.А. Невзоров, Г.Н. Пазельский, В.А. Романюха, Башенные краны: Учебник для сред. проф.-техн. училищ – 4-е изд., перераб., и доп. – М.: Высш. Школа, 1980. – 326с.
3. Р.П. Герасимьяк, В.А. Лещёв, Анализ и синтез крановых электромеханических систем, - Одесса, СМІЛ, 2008. – 192с.
4. В.И. Ключев, В.М. Терехов, Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов: Учебник для вузов. – М.: Энергия, 1980. – 360с.
5. Ромасевич Ю.О. Оптимізація перехідних режимів руху вантажного візка прольотних кранів: Дисертація на здобуття наукового ступеня к.т.н., Київ-2010, 199с.

УДК 539.3+631.3

**Тисленко О. Б.**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

## **АНАЛІЗ МЕТОДИК РОЗРАХУНКУ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ОБОЛОНОК**

**Tyslenko A.B.**

## **ANALYSIS OF THE METHODS OF CALCULATION OF STRESS-DEFORMATION SHELLS**

Прийнятий на сьогодні офіційний метод розрахунку і конструювання сталевих циліндричних силосів дуже наближено відображає дійсну роботу конструкції. Методика заснована на умовному членуванні оболонки на окремі елементи горизонтальними перерізами, а саме: ребра жорсткості, обшивка (стінка). Кожен з них розглядається як окремий, не пов'язаний із суміжними конструкціями, елемент. Така методика розрахунку, тобто по плоскій схемі, не враховує багатьох негативних впливів, зокрема вібраційного, на тонкостінну циліндричну оболонку. Великі за величиною опорні реакції оболонки сприймаються конусною частиною. Це призводить до ірраціонального розподілу матеріалу в несучих конструкціях і до невиправданої перевитрати сталі без адекватного підвищення міцності.

Звідси випливає, що проблема обліку напружено-деформованого стану конструкції циліндричного тонкостінного силосу назріла.

У роботі Х. Ягофарова [1] наведені результати теоретичних і експериментальних досліджень роботи бункера. Отримано розрахункова схема бункера як просторової системи,

в якій основним несучим елементом у вертикальній площині являється воронка. Теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено наявність діагонального розпору у воронці, несиметричною щодо двох осей.

Методи вирішення задач динамічного витікання тонкостінних конструкцій тісно пов'язані з використовуваними моделями теорії оболонок. За теорією оболонок створені фундаментальні роботи, в тому числі монографії Абовської Н.П., Андрєєва Н.П., Деругі А.П., Аксельрада Е.Л., Болотіна В.В., Новічкова Ю.Н., Власова В. З., Вольміра АС, Галімова К.З., В.Н.Паймушіна, Гольденвейзера А.Л.,Гріголюка Е.І., Чулкова П.П., В.І. Гуляєва, Баженова В.А, Гузя О.М., Муштарі Х.М., Пікуля В.В., Новожилова В.В., Пелеха П.Л., Рекача В.Г., Кривошапко С.Н.,Терегулова І . Г., Тимошенко С.П., Войнівське-Крігера С., Філіна А.П., Черних К. Ф.

Помітним вкладом у розвиток теорії механіки сипких матеріалів , в тому числі і сільськогосподарського призначення, є робота Х.Янсена, що з'явилася у 1895р. і яка не втратила свого значення до теперішнього часу. Вченим виведена формула статичного тиску сипкого тіла на дно і стінки призматичного або циліндричного бункера. Експериментальні дослідження та досвід застосування формули показали, що фактичні напруження значно більші за розрахункові.

Подальшою розробкою теорії Янсена займалися багато дослідників. Так Е.М.Гутьяр врахував стисливість сипких тіл і отримав більш загальну формулу для визначення тиску в порівнянні з формулою Янсена.

Г.К.Клейн [2], розглядаючи тиск сипких матеріалів на стінки сховища, запропонував теоретичний спосіб розрахунку тиску на стінки з урахуванням збільшення щільності сипкого матеріалу із зростанням тиску. Вчений рекомендує збільшувати в два рази розрахункові навантаження на стінки ємкості обраховані за формулою Янсена.

В [3] Мовсісян Л.А. розглянув втрату стійкості кінцевого шарнірно опертого стержня при поздовжньому ударному стисненні. Система рівнянь руху складалася з хвильового рівняння поздовжніх рухів і параболічного рівняння поперечних коливань. Функції розкладалися в ряди Фур'є. Критична сила визначається з умови рівності нулю частоти вільних коливань стержня.

Дослідження напружено-деформованого стану і стійкості оболонок в умовах повзучості матеріалу проведено в роботах І.Г. Терегулова [4], В.С. Гудрамович і В.П. Пошівалова, Л.М. Куршіна, В.І. Климанова і С.А. Тимашева, В.В. Карпова і В.К. Кудрявцева [5-7] та ін. Однак у кожній роботі досліджуються деякі часткові проблеми.

Дослідження в області стійкості циліндричних оболонок, як правило, виконуються з використанням для опису напружено-деформованого стану (НДС) обшивки теорії пружних тонких оболонок, заснованої на гіпотезах Кірхгофа-Лява. У лінійній постановці використовується статичний критерій стійкості, і завдання зводиться до вирішення систем диференціальних рівнянь нейтрального рівноваги. Більшість робіт належить до дослідження оболонок обертання.

У роботі Перцева А.К., Платонова Е.Г. [8] для отримання рівнянь руху використовувався варіаційний метод. Отримано рівняння руху для моделі Тимошенко-Рейснера для непологих оболонок постійної товщини. Досліджено НДС ребристих циліндричних оболонок і їх стійкість, але розглядається стійкість панелей між ребрами, а не вся оболонка.

В основному аналітичні рішення задач розрахунку оболонок отримані у формі тригонометричних рядів [9], але застосовується і енергетичний метод для вирішення лінійних задач, а також чисельні методи [10]. Для вирішення нелінійних задач застосовуються лише чисельні методи: метод кінцевих різниць, МКЕ, метод Бубнова-Гальоркіна.

Найбільш поширений спосіб вирішення задач по стійкості ребристих оболонок заснований на застосуванні МКА. Прогин при цьому задається у вигляді одночленного вираження по просторовим координатам. Далі застосовується метод Бубнова-Гальоркіна,

який зводить вихідну задачу до задачі Коші з тимчасовою координатою. Як критерій втрати стійкості є різке зростання прогину.

Таким чином, дослідження стійкості циліндричних оболонок з урахуванням геометричної нелінійності, вібраційного впливу на стінки, їх зсувної і крутильної жорсткості, поперечних зрушень, текучості матеріалу є актуальним завданням.

#### Література:

1. Ягофаров Х. Совершенствование конструкции, уточнение расчета и оптимальные параметры стального круглого бункера / Ягофаров Х., - дис.- Екатеринбург – 2005. – 146с.
2. Клейн Г.К. Руководство к практическим занятиям по курсу строительной механики / Г.К.Клейн, В.Г.Рекач . М. – 1972. – 302с.
3. Мовсиан Л.А. К упругой и вязкоупругой устойчивости составного стержня // Изв. АН Армении. Механика. 1991. Т. 44. N 4. С. 3-12.
4. Tennyson R.C. The effects of unreinforced circular cutouts on the buckling of circular cylindrical shells under axial compression // J. of Engeneering for industry. Trans ASME, 1968, 90, ser. B, 4.
5. Енджиевский Л.В. Нелинейные деформации ребристых оболочек. Красноярск: Изд-во. Красноярск, ун-та, 1982. 295 с.
6. Муштары Х.М. Некоторые обобщения теории тонких оболочек с приложениями к решению задач устойчивости упругого равновесия // ПММ. 1939. Т. 2. № 4. С. 439-456.]
7. Карпов В.В., Петров В.В. Уточнение решений при использовании шаговых методов в теории гибких пластинок и оболочек // Изв. АН СССР, сер. МТТ. 1975. №5.-С. 189-191
8. Преображенский КН., Гришак В.З. Устойчивость и колебания конических оболочек. М.: Машиностроение, 1986. - 240 с. 5А. Приближенное решение операторных уравнений // М.А. Красносельский, Г.М. Вайникко, П.П. Забрейко и др. М.: Наука, 1969.-456 с.
9. Амиро И.Я., Заруцкий В.А. Методы расчета оболочек. Т. 2. Теория ребристых оболочек. Киев: Наукова думка, 1980. - 368 с.
10. Кантор Б.Я. Нелинейные задачи теории неоднородных пологих оболочек. Киев: Наукова думка, 1971. - 136 с

УДК 621.863

**Фідровська Н.М.**

*Українська інженерно-педагогічна академія*

**НОВІ ПІДХОДИ ДО РОЗРАХУНКІВ ШАХТНИХ БАРАБАНІВ**

**N.M. Fidrovska**

**THE NEW APPROACHES TO THE CALCULATIONS OF SHAFT DRUMS**

При роботі шахтних підйомних установок на багатьох барабанах відмічають деформацію обичайки. Причиною цього називають наявністю перевантажень або динамічними зусиллями і значним зносом футеровки барабана, яка має призначення також і розвантаження оболонки барабану. Деформовану оболонку випрямляють за допомогою гідродомкрату і підсилюють додатковими ребрами жорсткості.

Навантаження оболонки барабану приводить до скрипіння при роботі підйомної установки, які пояснюють послабленням заклепок, розхитуванням швів, зносом або послабленням кріпленням болтів лобовини і ступиць. Тріщини виникають, як правило, в кільцевих швах лобовини з трубою жорсткості, з'являються радіальні тріщини лобовини, ребра мають тріщини по всій довжині шва зі ступицею. Невеликі тріщини в обичайці засверлюють і заварюють, при тріщинах довжиною 100-200мм барабану підсилюють приваркою накладок з внутрішньої сторони обичайки.

Якщо оболонка має внутрішні діафрагми, то при цьому обов'язково з'являються додаткові дотичні зусилля, які обігають увесь контур оболонки. При вирішенні статично невіршених задач роботу діафрагм, як правило, не враховують, нехтуючи потенційною енергією їх деформації. Це справедливо тільки для випадку, коли діафрагми абсолютно